*Каменск-Уральский политехнический колледж*

*ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОПРИВОД МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА МОСТОВОГО КРАНА*

*ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА*

*1806.61.13.00.04.*

*Выполнил: Невьянцев А.А.*

*Руководитель проекта: Свиридова Г.К.*

*2004 г.*

Содержание

*Стр.*

*3*

### Введение

1. Краткая характеристика механизма подъёма мос - тового крана.

*5*

*2. Условия работы и общая техническая характерис - тика электрооборудования механизма подъёма мостового крана.*

*10*

*8*

3. Исходные данные. 9

*4. Расчёт статических нагрузок двигателя механизма подъёма мостового крана.*

*11*

*5. Выбор типов электродвигателя и редуктора меха - низма подъёма крана. 2*

*18*

*6. Расчет и выбор ступеней сопротивления в цепях электропривода механизма подъёма мостового крана.*

*23*

7. Расчёт естественных и искусственных механи - ческих характеристик электродвигателя и механизма подъ-ёма мостового крана.

*28*

8. Расчёт переходного процесса электропривода механизма подъёма мостового крана. 10

*34*

9. Выбор аппаратуры управления и защиты электро - привода механизма подъёма мостового крана.

*39*

# 10. Расчёт и выбор тормозного устройства. 45

11. Расчет освещения помещения. 48

12. Монтаж троллеев и ТБ при ремонте электро - оборудования механизма подъёма мостового крана. 62

*13. Мероприятия по охране окружающей среды. 64 Литература. 66*

*График работы над курсовым проектом*

*Студента группы 99-ТОЭ-15Д*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Раздел, главы, вопросы проекта* | *Объем работы %* | *Дата выполнения* | *Отметка руководителя о выполнении* |
| 1 Пояснительная записка | | | |
| *Введение* | *2* | *24.09.02* |  |
| *1.1 Условия работы и технические характеристики* | *3* | *26.09.02* |  |
| *1.2 Краткая характеристика* | *3* | *30.09.02* |  |
| *1.3 Исходные данные* | *2* | *01.10.02* |  |
| *1.4 Расчет статических нагрузок* | *10* | *07.10.02* |  |
| *1.5 Выбор двигателя и редуктора* | *10* | *10.10.02* |  |
| *1.6 Расчет механических характеристик* | *5* | *14.10.02* |  |
| *1.7 Выбор ступеней сопротивлений* | *5* | *15.10.02* |  |
| *1.8 Расчет механических характеристик механизма* | *5* | *19.10.02* |  |
| *1.9 Расчет переходного процесса* | *5* | *21.10.02* |  |
| *1.10 Выбор аппаратуры управления* | *5* | *23.10.02* |  |
| *1.11 Выбор тормоза* | *5* | *24.10.02* |  |
| *1.12 Расчет освещения помещения* | *10* | *25.10.02* |  |
| *1.13 Монтаж троллеев* | *5* | *26.10.02* |  |
| *1.14 Охрана окружающей среды* | *5* | *28.10.02* |  |
| *2 Графическая часть* | | | |
| *2.1 Принципиальная схема* | *10* | *29.10.02* |  |
| *2.2 Монтажная схема* | *10* | *30.10.02* |  |
| *2.3 План расположения электро- оборудования* | *5* | *31.10.02* |  |

*Срок окончания курсового проекта 03.11.02 г*

*Дата защиты проекта 10.11.02 г*

*Студент Невьянцев А.А*

*Введение*

Крановое электрооборудование является одним из основных средств комплексной механизации всех отраслей народного хозяйства. Подавляющее большинство грузоподъемных машин изготовляемых отечественной промышленностью, имеет привод основных рабочих механизмов, и поэтому действия этих машин в значительной степени зависит от качественных показателей используемого кранового оборудования.

Перемещение грузов, связанное с грузоподъемными операциями, во всех отраслях народного хозяйства, на транспорте и в строительстве осуществляется разнообразными грузоподъемными машинами.

*Грузоподъемные машины служат для погрузочно- разгрузочных работ, перемещения грузов в технологической цепи производства или строительства и выполнения ремонтно-монтажных работ с крупногабаритными агрегатами. Грузоподъемные машины с электрическими приводами имеют чрезвычайно широкий диапазон использования, что характеризуется интервалом мощностей приводов от сотен ватт до 1000кВт. В перспективе мощности крановых механизмов может дойти до 1500 –2500 кВт.*

*Мостовые краны в зависимости от назначения и характера выполняемой работы снабжают различными грузозахватными приспособлениями: крюками, грейферами, специальными захватами и т.п. Мостовой кран весьма удобен для использования, так как благодаря перемещению по крановым путям, располагаемым в верхней части цеха, он не занимает полезной площади.*

*Электропривод большинства грузоподъёмных машин характеризуется повторно - кратковременном режимом работы при большей частоте включения, широком диапазоне регулирования скорости и постоянно возникающих значительных перегрузках при разгоне и торможении механизмов. Особые условия использования электропривода в грузоподъёмных машинах явились основой для создания специальных серий электрических двигателей и аппаратов кранового исполнения. В настоящее время крановое электрооборудование имеет в своём составе серии крановых электродвигателей переменного и постоянного тока, серии силовых и магнитных контроллеров, командоконтроллеров, кнопочных постов, конечных выключателей, тормозных электромагнитов и электрогидравлических толкателей, пускотормозных резисторов и ряд других аппаратов, комплектующих разные крановые электроприводы.*

*В крановом электроприводе начали довольно широко применять различные системы тиристорного регулирования и дистанционного управления по радио каналу или одному проводу.*

*В настоящее время грузоподъемные машины выпускаются большим числом заводов. Эти машины используются во многих отраслях народного хозяйства в металлургии, строительстве, при добыче полезных ископаемых, машиностроении, транспорте, и в других отраслях.*

*Развитие машиностроения, занимающиеся производством грузоподъемных машин, является важным направлением развития народного хозяйства страны.*

*1 Краткая характеристика механизма подъема мостового крана*

*Электрические подъёмные краны - это устройства служащие для вертикального и горизонтального перемещения грузов. Подвижная металлическая конструкция с расположенной на ней подъемной лебёдкой являются основными элементами подъёмного крана. Механизм подъемной лебёдки приводится в действие электрическим двигателем.*

*Подъемный кран представляет собой грузоподъемную машину циклического действия, предназначенную для подъема и перемещения груза, удерживаемого грузозахватным устройством (крюк, грейфер). Он является наиболее распространенной грузоподъемной машиной, имеющей весьма разнообразное конструктивное исполнение и назначение.*

*Мостовой кран (рис.1) представляет собой мост, перемещающейся по крановым путям на ходовых колесах, которые установлены на концевых балках. Пути укладываются на подкрановые балки, опирающиеся на выступы верхней части колонны цеха. Механизм передвижения крана установлен на мосту крана. Управление всеми механизмами происходит из кабины прикрепленной к мосту крана. Питание электродвигателей осуществляется по цеховым троллеям. Для подвода электроэнергии применяют токосъемы скользящего типа, прикрепленные к металлоконструкции крана. В современных конструкциях мостовых кранов токопровод осуществляется с помощью гибкого кабеля. Привод ходовых колес осуществляется от электродвигателя через редуктор и трансмиссионный вал.*

*Рисунок 1.1 – Общий вид мостового крана.*

*Любой современный грузоподъемный кран в соответствии с требованиями безопасности, может иметь для каждого рабочего движения в трех плоскостях, следующие самостоятельные механизмы: механизм подъема - опускания груза, механизм передвижения крана в горизонтальной плоскости и механизмы обслуживания зоны работы крана (передвижения тележки).*

*По заданию проекта необходимо спроектировать и электрооборудование и электропривод для механизма подъема.*

Рисунок 1.2 - Кинематическая схема механизма подъема главного крюка: 1 - двигатель; 2 - муфта; 3 - тормоз; 4 - редук -тор; 5 - барабан; 6 - полиспаст; 7 - неподвижный блок полис - пасты.

Типичная кинематическая схема механизма подъема крана приведена на рисунке 1.2

*Грузоподъемные машины изготовляют для различных условий использования по степени загрузки, времени работы, интенсивности ведения операций, степени ответственности грузоподъемных операций и климатических факторов эксплуатации. Эти условия обеспечиваются основными параметрами грузоподъемных машин. К основным параметрам механизма подъёма относятся: грузоподъемность, скорость подъема крюка, режим работы, высота подъема грузозахватного устройства.*

*Номинальная грузоподъемность - масса номинального груза на крюке или захватном устройстве, поднимаемого грузоподъемной машиной.*

*Скорость подъема крюка выбирают в зависимости от требований технологического процесса, в котором участвует данная грузоподъемная машина, характера работы, типа машины и ее производительности.*

*Режим работы грузоподъемных машин цикличен. Цикл состоит из перемещения груза по заданной траектории и возврата в исходное положение для нового цикла.*

*Все многообразие грузоподъемных кранов охвачено восемью режимными группами 1К-8К. Классификация механизмов по группам режимов работы осуществляется по параметрам суммарного времени работы механизмов за срок службы и степени усредненного нагружения крана.*

*Для данного мостового крана рекомендуемые режимные группы:*

*5К- группа режима работы крана;*

*4М- группа режима работы механизма подъема.*

*2. Условия работы и общая техническая характеристика электрооборудования механизма подъема мостового крана.*

*Повышенная опасность работ при транспортировке поднятых грузов требует при проектировании и эксплуатации соблюдение обязательных правил по устройству и эксплуатации подъемно-транспортных машин. На механизмах подъема и передвижения правилами по устройству и эксплуатации предусмотрена установка ограничителей хода, которые воздействуют на электрическую схему управления. Конечные выключатели механизма подъема ограничивают ход грузозахватывающего приспособления вверх, а выключатели механизмов передвижения моста и тележки ограничивают ход механизмов в обе стороны. Предусматривается также установка конечных выключателей, предотвращающих наезд механизмов в случае работы двух и более кранов на одном мосту. Исключение составляют установки со скоростью движения до 30 м/мин. Крановые механизмы должны быть снабжены тормозами закрытого типа. Действующими при снятии напряжения.*

*На крановых установках допускается применять рабочее напряжение до500 В, поэтому крановые механизмы снабжают электрооборудованием на напряжения 220, 380, 500 В переменного тока и 220, 440 В постоянного тока. В схеме управления предусматривают максимальную защиту, отключающую двигатель при перегрузке и коротком замыкании. Нулевая защита исключает самозапуск двигателей при подаче напряжения после перерыва в электроснабжении. Для безопасного обслуживания электрооборудования, находящегося на ферме моста, устанавливают, блокировочные контакты на люке и двери кабины. При открывании люка или двери напряжение с электрооборудования снимается.*

*При работе крана происходит постоянное чередование направления движения крана, тележки и крюка. Так, работой механизма подъема состоит из процессов подъема и опускания груза и процессов передвижения пустого крюка. Для увеличения производительности крана используют совмещение операций: Время пауз, в течение которого двигатель не включен и механизм не работает, используется для навешивания груза на крюк и освобождение крюка, для подготовки к следующему процессу работы механизма. Каждый процесс движения может быть разделен на периоды неустановившегося движения (разгон, замедление) и период движения с установившейся скоростью.*

*Мостовой кран установлен в литейном цеху металлургического производства, где наблюдается выделение пыли, поэтому электродвигатель и все электрооборудование мостового крана требует защиты общепромышленного исполнения не ниже IP 53 - защита электрооборудования от попадания пыли, а также полная защита обслуживающего персонала от соприкосновения с токоведущими и вращающимися частями, а также защита электрооборудования от капель воды падающих под углом 600 к вертикали.*

*Краны литейных цехов работают в непрерывно при интенсивном использовании оборудования, наличием высокой температуры окружающей среды и излучением теплоты от раскаленного или расплавленного металла. Кабина управления краном выполняется теплоизолированной, в ней также оборудуется установка для кондиционирования воздуха. Учёт режима работы крана при проектировании и выборе электрооборудования определяет энергетические показатели и надёжность при эксплуатации крановой установки. Правилами Госгортехнадзора предусматривается четыре режима работы механизмов: лёгкий - Л, средний - С, тяжёлый - Т, весьма тяжёлый - ВТ.*

*По таблице 1.1 Л2 определяем режим работы крана: Проектируемый мостовой кран работает в среднем режиме с ПВ40.*

*3 Исходные данные проектирования.*

*Исходными данными проектирования являются физичес - кие и геометрические параметры механизма подъема мосто -вого крана, а также размеры помещения цеха, в котором рас -положен кран. Исходные данные представлены в таблице 3.1.*

*Таблица 3.1 - Исходные данные проектирования.*

|  |  |
| --- | --- |
| *Наименование параметра* | *Значение параметра* |
| *1* | *2* |
| *Грузоподъемность главного крюка* | *80 т* |
| *Скорость подъема главного крюка* | *4,6 м/мин* |
| *Скорость передвижения крана* | *75 м/мин* |
| *Скорость передвижения тележки* | *30 м/мин* |
| *Высота подъема главного крюка* | *6 м* |
| *Вес главного крюка* | *0,8т* |
| *Диаметр барабана лебедки главного крюка* | *700 мм* |
| *Вес тележки* | *33 т* |
| *Длина перемещения моста* | *60 м* |
| *Длина перемещения тележки* | *22 м* |
| *КПД главного подъема под нагрузкой* | *0,84* |
| *КПД главного подъема при холостом ходе* | *0,42* |
| *КПД моста* | *0,82* |
| *КПД тележки* | *0,79* |
| *Длина помещения цеха* | *62 м* |
| *Ширина помещения цеха* | *15,5 м* |
| *Высота помещения цеха* | *10 м* |
| *Режим работы крана средний* | *С* |
| *Продолжительность включения крана %* | *40%* |

*4 Расчет статических нагрузок двигателя механизма подъема мостового крана*

*Целью расчета является определение статических нагрузок, приведенных к валу электродвигателя, для выбора мощности электродвигателя механизма подъема мостового крана.*

*Исходными данными являются технические характеристики мостового крана пункта 3.*

*4.1 Статическая мощность на валу электродвигателя подъемной лебедки при подъеме груза, в кВт определяется следующим образом:*

*Рст.гр.под =  (4.1)* ******

*где G=m∙g=80∙103∙ 9,8=784000H-вес поднимаемого груза;*

*m-номинальная грузоподъемность, кг;*

*g-ускорение свободного падения, м/с2;*

*G0=m0∙g=0,8∙103∙9,8=7840Н-веспустого захватываю- щего приспособления;*

*m0 - масса пустого захватывающего приспособле -ния, кг;*

*vн = 4,6м/мин = 0,07 м/с - скорость подъема груза;*

*ηнагр = 0,84 - КПД под нагрузкой.*

*Р ст.гр.под .=  = 65,98 кВт.*

*4.2 Мощность на валу электродвигателя при подъеме пустого захватывающего приспособления, кВт:*

*Р ст.п.гр.=  (4.2)* ******

*где ηхх=0,42 - КПД механизма при холостом ходе.*

*Рст.п.гр.=  =1,3 кВт.*

**4.3 Мощность на валу электродвигателя обусловленная весом груза, кВт:**

*Ргр.=(G+G0)\*vс\*10-3 (4.3)* ******

*где vс=vн=0,07 м/с - скорость спуска.*

*Ргр=(784000+7840)\*0,07\*10-3=55,42 кВт.*

*4.4 Мощность на валу электродвигателя, обусловленная силой трения, кВт:*

*Ртр.=() \* (1 - нагр.) \* vc \* 10-3 (4.4)* ******

*Ртр .= () \* (1-0,84) \* 0,07 \* 10-3  = 8,88 кВт.*

*Так как выполняется условие Ргр > Ртр,следовательно, электродвигатель работает в режиме тормозного спуска.*

*4.5 Мощность на валу электродвигателя при тормозном спуске, определяется следующим способом, кВт:*

*Рт.сп.=(G+G0)\*Vс\*(2-)\*10-3  (4.5)* ******

*Рст.сп.=(784000+7840)\*0,07\*(2-)\*10-3=44,8 кВт.*

*4.6 Мощность на валу электродвигателя во время спуска порожнего захватывающего приспособления, кВт:*

*Рс.ст.о.=G0∙Vс∙ (-2) ∙10-3 (4.6)* ******

*Рс.ст.о.=7840∙0,07(-2) ∙10-3=0,2 кВт.*

*4.7 После определения статических нагрузок рассчитаем нагрузочный график механизма подъема мостового крана для наиболее характерного цикла работы (Таблица 4.1)*

*4.7.1 Время подъема груза на высоту Н:*

*tр1=  =85,7 сек.*

*где Н-высота подъема груза, м.*

*4.7.2 Время перемещения груза на расстояние L:*

*t01= =48 сек.*

*4.7.3 Время для спуска груза:*

*tр2=  =85,7 сек.*

*4.7.4 Время на зацепление груза и его отцепления:*

*t02=t 04=200 сек.*

*4.7.5 Время подъема порожнего крюка:*

*tр3=  =85,7 сек.*

*4.7.6 Время необходимое для возврата крана к месту подъема нового груза:*

*t03=  =48 сек.*

*4.7.7 Время спуска порожнего крюка:*

*tр4=  =39,2 сек.*

*Вычертим нагрузочный график механизма подъема для рабочего цикла:*

*Рисунок 4.1- Нагрузочный график механизма подъема для рабочего цикла.*

*Таблица 4.1- Рабочий цикл механизма подъема.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Участки | *Подъем груза* | Па -уза | Спуск груза | *Па -*  *уза* | *Подъем крюка* | *Па -*  *уза* | *Спуск крюка* | *Па -*  *уза* |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* |
| *Рс, (кВт)* | *65,98* | *0* | *44,8* | *0* | *1,3* | *0* | *0,2* | *0* |
| *t, (cек)* | *85,7* | *48* | *85,7* | *200* | *85,7* | *48* | *85,7* | *200* |

*4.7.8 Суммарное время работы электродвигателя:*

*Σ tр=tр1+tр2+tр3+tр4=4\*85,7 = 342,8 сек.*

*4.7.9 Суммарное время пауз:*

*Σ t0=t01+t02+t03+t04=48+48+200+200=496 сек.*

*4.8 Действительная продолжительность включения, %:*

*ПВд=  ∙ 100% (4.8)* ******

*ПВд=  ∙100%=40,8%.*

*4.9 Эквивалентная мощность за суммарное время работы электродвигателя, кВт:*

*Рэкв=  (4.9)* ******

*Рэкв=  =39,8кВт.*

*4.10 Эквивалентную мощность пересчитываем на стан- дартную продолжительность включения соответствующего режима работы механизма крана, кВт:*

*Рэн=Рэкв ∙  (4.10)* ******

*Рэн=39,8∙  =40,2 кВт.*

*4.11 Определяем расчетную мощность электродвигате ля с учетом коэффициента запаса, кВт:*

*Рдв=(4.11)* ******

*где Кз = 1,2 - коэффициент запаса;*

*ηред = 0,95 - КПД редуктора.*

*Рдв=  =50,7 кВт.*

*4.12 Угловая скорость лебедки в рад/с и частота вращения лебедки в об/мин, определяется следующим способом:*

*wл= (4.12)* ******

*где D - диаметр барабана лебедки, м.*

*wл =  = 0,2 рад/с.*

*nл =  (4.13)* ******

*nл = = 2 об/мин.*

*Полученные значение мощности электродвигателя в пункте (4.11) и значение стандартной продолжительности включения ПВст = 40% , будут являться основными критериями для выбора электродвигателя.*

*5 Выбор типов электродвигателя и редуктора механизма подъема мостового крана*

Целью расчета является выбор приводного электродви- гателя по справочнику и проверка его по перегрузочной способности и по условиям осуществимости пуска, а также выбор редуктора для механизма подъема мостового крана.

*Исходными данными являются исходные данные проекти-рования пункта 3 и результаты расчетов пункта 4.*

*5.1 Выберем электродвигатель из следующих условий:*

*Рном ≥ Рдв (5.1)* ******

*Рном ≥ 50,7 кВт*

*Таблица 5.1 - Технические данные асинхронного электро - двигателя с фазным ротором типа МТН512-6*

|  |  |
| --- | --- |
| *Параметры двигателя* | *Значение параметра* |
| *1* | *2* |
| *Мощность, Рн* | *55 кВт* |
| *Частота вращения, nн* | *970 об/мин* |
| *Ток статора, I1* | *99 А* |
| *Коэффициент мощности, Соs ϕ* | *0,76* |
| *КПД, ηн* | *89 %* |
| *Ток ротора, I2* | *86 А* |
| *Напряжение ротора, U2* | *340 В* |
| *Максимальный момент, Мm* | *1630 Нм* |
| *Маховый момент, GD2* | *4,10 кг∙м2* |
| *Напряжение, U* | *380 В* |
| *Частота, f* | *50 Гц* |
| *Продолжительность включения, ПВст* | *40 %* |

**5.2 Проверяем выбранный электродвигатель по допусти - мой нагрузке и условию осуществимости пуска.**

*Выбранный электродвигатель должен удовлетворять следующим условиям:*

*5.2.1 Первое условие допустимой нагрузки:*

*Мдоп > Мс.max,(5.2)* ******

*где Мс.max = 9550 ∙  Нм;*

*Рс - статическая мощность при подъеме груза, кВт;*

*nн - частота вращения вала электродвигателя, об/мин.*

*Мс.max = 9550 ∙  =649,5 Нм;*

*Мдоп = Мm = 1630 Нм;*

*Мдоп=1630 Нм > 649,5 Нм = Мс.max*

**Первое условие выполняется.**

**5.2.2 Второе условие допустимой нагрузки:**

**Мср.п ≥ 1,5 Мс.max (5.2.2) **

*где Мср .п =  - средний пусковой момент, Нм;*

*М1 = 0,85 ∙ Мm = 0,85 ∙ 1630 = 1385,5 Нм - максимальный момент двигателя при пуске, Нм;*

*М2 = (1,1 - 1,2) ∙ Мн = 1,2 ∙ 649,5 = 779,4 Нм - минималь - ный момент двигателя, Нм;*

*Мн = 9550 ∙  = 9550 ∙  = 541,4 Нм - номинальный момент двигателя, Нм.*

*Мср.п =  = 1082,45 Нм;*

*1,5 ∙ Мс.max = 1,5 ∙ 649,5 = 974,25 Нм;*

*Мср.п = 1082,45 Нм > 974,25 Нм = 1,5 ∙ Мс.max*

*Второе условие выполняется.*

*5.2.3 Третье условие допустимой нагрузки:*

*М2 ≥ 1,2Мс.max (5.2.3)* ******

*1,2 ∙Мс.max = 1,2 ∙ 649,5 = 779,4 Нм.*

*М2 = 779,4 Нм ≥ 779,4 Нм = 1,2 ∙ Мс.max*

*Третье условие выполняется.*

*5.2.4 Проверяем двигатель по условию осуществимости пуска:*

*ад ≥ а (5.2.4)* ******

*где ад - допустимое линейное ускорение при подъеме или перемещении груза, м/с2;*

*ад = (0,2 ÷ 0,3) м/с2 - для механизма подъема;*

*a - наибольшее линейное ускорение при подъеме гру - за, м/с2.*

*а = *

*где tп.мин - наименьшее время при пуске с состояния покоя до скорости v с наибольшей загрузкой, сек.*

*tп.мин =  (5.2.4.1)* ******

*где GD2прив = 4 ∙ Jприв, кг∙м2 (5.2.4.2)* ******

*где Jприв = 1,3 ∙ Jдв +  ∙ Wк.мех , кг∙м2 (5.2.4.3)* ******

*где Jдв = , кг∙м2 (5.2.4.4)* ******

*Wк.мех = , Дж (5.2.4.5)* ******

*Мс.мах = 9550 ∙ , Нм (5.2.4.6)* ******

*Мс.мах. = 9550 ∙  =649,5 Нм;*

*Wк.мех =  = 197,96 Дж;*

*Jдв=  = 1,025 кг∙м2;*

*Jприв = 1,3 ∙ 1,025 +  ∙ 197,96 = 1,37 кг∙м2;*

*GD2прив = 4 ∙ 1,37 = 5,48 кг∙м2;*

*tп.мин =  = 0,321 сек;*

*а =  = 0,218 м/с2*

*ад = 0,3 м/с2 >0,218 м/с2 = а*

*Условие осуществимости пуска выполняется.*

*Так как электродвигатель МТН 512 - 6 удовлетворяет всем условиям выбора, то для привода механизма подъема мостового крана устанавливаем электродвигатель данного типа.*

*5.3 Выбираем тип редуктора.*

*Редуктор применяют из - за разногласия скорости вра - щения барабана лебедки механизма подъема и вала электро - двигателя. Редуктор выбирают по мощности, передаточному числу и скорости вращения.*

*5.3.1 Определяем передаточное число редуктора:*

*iР =  (5.3.1)* ******

*где D - диаметр барабана лебедки, м;*

*iп - передаточное число полиспастной системы.*

*iР=  = 42.3*

По справочнику **** выбираю тип редуктора Ц2 - 500 со следующими техническими данными:

*nр = 970 об/мин;*

*Рр = 49 кВт;*

*iР = 50.94*

*m = 505 кг.*

*6 Расчет и выбор ступеней сопротивлений в цепях электропривода механизма подъема мостового крана*

*Целью данного расчета является выбор магнитного контроллера переменного тока, в соответствии с его выбором определяются сопротивления и токи ступеней для электропривода механизма передвижения тележки мостового крана.*

*Исходными данными являются технические характеристики выбранного электродвигателя в пункте 5.*

*6.1 Базисный момент, Нм:*

*М100% = 9550 ∙  (6.1) *

*М100% = 9550 ∙  =649,5 Нм.*

*6.2 Определяем расчетный ток резистора, А:*

*I100% =  (6.2) *

*где Iн - номинальный ток ротора, А;*

*Рн - номинальная мощность электродвигателя, кВт;*

*nн - номинальная частота вращения, об/мин.*

*I100%=  = 103,15 А.*

*6.3 Определяем номинальное сопротивление резистора, в Ом:*

*Rн =  (6.3) *

*где Ерн - напряжение между кольцами ротора, В.*

*Rн =  = 1,9 Ом.*

*6.4 Согласно  для магнитного контроллера ТСАЗ160 с защитой на переменном токе находим разбивку ступеней сопротивлений и определяем сопротивление каждого резис-тора (в одной фазе):*

*R = Rном. ∙(6.4) *

*Обозначение ступени Rступ,% R ,Ом*

## Р1 - Р4 5 0,095

*Р4 - Р7 10 0,19*

*Р71 - Р10 20 0,38*

*Р10 - Р13 27 0,513*

*Р13 - Р16 76 1,444*

*Р16 - Р19 72 1,368*

*Общее 210 3,99*

*6.5 Находим расчетную мощность резистора (в трех фа -зах), кВт:*

*Рр =  (6.5) *

*6.6 Определяем согласно  таблице 8-4, параметры для условий режима С:*

*Частота включений фактическая 120 в час, приведенная*

*z = 120 ∙ = 120 ∙  = 133,6; (6.6) *

*k = 1,25 - коэффициент нагрузки;*

*а = 1,2 - коэффициент использования;*

*ηэкв.б = 0,76 - базисный КПД электропривода;*

*ηэкв = 0,73 - КПД электропривода для z = 136,2, согласно  рис. 8 - 11.;*

*ηдв = 0,85 - КПД электродвигателя;*

*ε0 = 0,4 - относительная продолжительность включения.*

*Рр = =*

*=16,2 кВт.*

На одну фазу приходится:  = 5,4 кВт.

6.7 Определяем расчетный ток резистора, А. Токовые нагрузки I100% по ступеням берём из ,таблица 7 - 9:

Iр =  (6.7)  Iр== 60,61 А.

*6.8 Значения расчетных токов по ступеням:*

*I = Iр ∙  (6.8) *

*Обозначение ступени Iступ, % I , А*

## Р1 - Р4 83 50,3

*Р4 - Р7 59 35,75*

*Р71 - Р10 59 35,75*

*Р10 - Р13 50 30,3*

*Р13 - Р16 42 25,45*

*Р16 - Р19 30 18,18*

*6.9 В соответствии с таблицей нормализованных ящиков резисторов НФ 1А выбираем для ступеней Р1 - Р4, Р4 - Р7, Р7 - Р10 ящик 2ТД.754.054-06, имеющий длительный ток 102 А и сопротивление 0,48 Ом. Для ступеней Р10 - Р13, Р13 - Р16 выбираем ящик 2ТД.754.054-08, имеющий длительный ток 64 А и сопротивление 1,28 Ом. Для ступеней Р16 - Р19, выбираем ящик 2ТД.754.054-11, имеющий длительный ток 41 А и сопротивление 3,1 Ом. Схема включения одной фазы резистора приведена на рисунке - 6.1*

*0,256 0,256 0,256 0,256 0,256*

*0,455 0,477 0,477 0,455 0,455*

*0,096 0,096 0,096 0,096 0,096*

*0,096 0,196 0,352 0,512 1,444 1,387*

*Р1 Р4 Р7 Р10 Р13 Р16 Р19*

*Рисунок 6.1 - Схемы соединения ящиков резисторов.*

6**.10 Рассчитаем отклонение сопротивлений от расчета и данные занесем в таблицу - 6.1:**

*R%  =   100%, (6.10) *

*Таблица 6.1 - Отклонения сопротивлений от расчета.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ступени | *Rрасч ,Ом* | *Rфакт ,Ом* | *R% ,.%* |
| *1* | *2* | *3* | *4* |
| **Р1-Р4** | *0,095* | *0,096* | *-1* |
| *Р4-Р10* | *0,19* | *0,196* | *-3,157* |
| *Р71-Р10* | *0,38* | *0,352* | *7,3* |
| *Р10-Р13* | *0,513* | *0,512* | *0,2* |
| *Р13-Р16* | *1,444* | *1,444* | *0* |
| *Р16-Р19* | *1,368* | *1,387* | *-1,38* |
| *Итого* | *4,3* | | |

*Учитывая что, длительные токи выбранных ящиков сопротивлений соответствуют расчетным значениям токов ступеней и отклонение сопротивлений отдельных ступеней от расчетных значений не превышает ±15% , а отклонение общего сопротивления резистора не превышает ±5% его расчетного значения, резистор выбран правильно.*

*Проверки по кратковременному режиму не производим, так как расчетный ток Iр=60,61 А близок к длительному току пусковых ступеней.*

*7 Расчет естественных и искусственных механических характеристик электродвигателя и механизма подъема мостового крана*

*Целью расчета является расчет и построение естест -венной и искусственных механических характеристик элект -родвигателя и механизма подъёма мостового крана.*

Исходными данными являются технические данные выбранного электродвигателя МТН 512-6 пункта 5, и механизма подъёма пункта 3, а также данные обмоток ротора и статора:

*r1=0,065 Ом - активное сопротивление обмотки статора;*

*х1=0,161 Ом - реактивное сопротивление обмотки ста -тора;*

*r2=0,05 Ом - активное сопротивление обмотки ротора;*

*х2=0,197 Ом - реактивное сопротивление обмотки рото -ра;*

*к =1,21- коэффициент приведения сопротивления.*

*7.1 Определим номинальное скольжение:*

*S н=, (7.1) *

*где w0 = ==104,6 рад/с;*

*wн =  ==101,526 рад/с.*

*sн = =0,03*

*7.2 Номинальный момент:*

*Мн===541,73 Нм (7.2) *

*7.3 Определим коэффициент перегрузочной способности:*

*λ =  =  = 3 (7.3) *

*7.4 Определим критическое скольжение:*

*sкр= sн( λ+√(λ 2-1)) (7.4) *

*sкр=0,03(3+√(32-1))=0,17*

7.5 Определим номинальное активное сопротивление ротора:

*r2н===2,28 Ом (7.5) *

*где U2 - напряжение ротора, В;*

*I2 - ток ротора, А.*

*7.6 Активное сопротивление обмотки ротора:*

*R2вт=R2н∙Sн=2,28∙0,03=0,068 Ом*

*7.7Найдём суммарное активное сопротивление роторной цепи для каждой ступени:*

*R2* *=R2вт+R2ВШ*

*где R2вш - сопротивление реостата в цепи ротора.*

*R2ВШ1 =0,096 R2*1 *=0,164*

*R2ВШ2 =0,292 R2*2 *=0,36*

*R2ВШ3 = 0,644 R2**2* *=0,712*

*R2ВШ4 =1,156 R2*4 *=1,224*

*R2ВШ5 =2,6 R2*5 *=2,668*

*R2ВШ6 =3,9 R2*6 *=3,968*

*7.8 Для построения механических характеристик зада -димся значениями скольжения от 0 до 1 и подставим в выра -жение:*

*М = 2 ∙ Ммах. ∙, (7.8) *

*где а =  =  = 0,88*

*7.9 Скольжение на искусственных характеристиках при выбранных значениях sе вычисляются по формуле:*

*sи = sе ∙  (7.9) *

*7.10 Угловые скорости на искусственных характеристиках вычисляются по формуле:*

*wи = w0 ∙ (1- s) (7.10) *

*7.11 Результаты расчётов М, wе, sи, wи при различных значениях s приведены в таблице 7.1*

*7.12 Рассчитаем механическую характеристику механиз -ма подъёма мостового крана.*

*Механические характеристики производственных меха - низмов рассчитываются по формуле Бланка, Нм:*

*Мст. = М0 + (Мст.н - М0) ∙ ,  (7.12.1) *

*где Мст0 - момент сопротивления трения в движущихся частях, Нм;*

*Мст.н - момент сопротивления при номинальной скорости, Нм;*

*- номинальная угловая скорость вращения ротора электродвигателя, рад/с;*

*- изменяемая угловая скорость вращения ротора электродвигателя, рад/с;*

х - показатель степени, который характеризует статический момент при изменении скорости вращения. Для механизмов перемещения и подъёма кранов х = 0. Следователь- но:

*Мст. = Мст.н. = , (7.12.2) *

*где Рст = 65,98 кВт - статическая эквивалентная мощ - ность, пересчитанная на стандартную продолжительность включения, кВт;*

*- номинальная угловая скорость вращения ротора электродвигателя, рад/с;*

*Мст. = Мст.н. =  = 649,8 Нм.*

7.13 Построение графика механической характеристики механизма подъёма мостового крана производим на том же графике, где и механическая характеристика выбранного электродвигателя (Рисунок 7.1).

*7.14 По графику видно, что механическая характеристика механизма подъёма имеет форму прямой линии, из этого следует, что статический момент Мст не зависит от скорости вращения.*

*Таблица 7.1 - Сводная таблица по результатам расчётов естественной и искусственных механических характеристик электродвигателя.*

*Рисунок 7.1 – Естественные и искусственные механические характеристики электродвигателя и механизма подъема мостового крана.*

*8 Расчет переходного процесса электропривода механизма подъема мостового крана*

Целью расчета является построение характеристик зависимости момента и угловой скорости вращения электродвигателя от времени при пуске, а также определение времени переходного процесса.

*Исходными данными являются технические данные двигателя, пункта 5, его механические характеристики пункта 7, значения выбранных ступеней сопротивлений пункта 6.*

*8.1 По реостатным характеристикам (рисунок 7.1), вид -но, что электродвигатель можно запустить только по характеристикам 4, 5, 6, поэтому переходной процесс рассчитаем при введенных в цепь ротора сопротивлений rд4, rд5 и rд6.*

*8.2 На рисунке 7 находим установившиеся и начальные значения скоростей на каждой пусковой характеристике.*

*Характеристика Установившиеся Начальные*

*скорости рад/с скорости рад/с*

*4  = 68  =0*

*5 =88  =54*

*6  =97  =82*

8.3 Определяем электромеханическую постоянную времени для каждой ступени, сек.:

*Тм = Jприв ∙  (8.3) *

*где Jприв = 1,37 кг/м2 - момент инерции электропривода;*

*w0 = 104,6 рад/с - угловая скорость идеального холостого хода;*

*w - начальная скорость;*

*М1 = 1385,5 Нм момент пуска.*

*Тм = Jприв ∙ = 1,37 ∙= 0,126 сек;*

*Тм = Jприв ∙ = 1,37 ∙= 0,061 сек;*

*Тм = Jприв ∙  = 1,37 ∙ = 0,028сек.*

8.4 Для каждого интервала скорости рассчитаем соот - ветствующий интервал времени, сек.:

*t = Тм ∙ ln ∙  (8.4) *

*где М2 = 779,4 Н м - момент переключения;*

*Мст = 649,5 Н м- момент статической нагрузки.*

*t1 = 0,126 ∙ In ∙  = 0,217 сек;*

*t2 = 0,061 ∙ In ∙  = 0,105 сек;*

*t3 = 0,028 ∙ In ∙ = 0,048 сек.*

*8.5 Определим время переходного процесса:*

*t = t1 + t2 + t3 = 0,217 + 0,105 + 0,048 = 0,37 сек. (8.5) *

*8.6 Зависимость w=ƒ(t) для каждой ступени можно рассчи- тать по уравнению изменения угловой скорости во времени:*

*w = wуст. ∙ (1 - е-t/Tм)+wнач∙e-t/Tм, (8.6) *

*где wуст. - установившаяся угловая скорость, рад/с.*

*8.7 Зависимость М=ƒ(t) для каждой ступени можно рассчи- тать по уравнению изменения момента во времени:*

*М = Муст. ∙ (1 - е-t/Tм) + М1 ∙ е-t/Tм (8.7) *

*Результаты расчета занесем в таблицу 8.1 (для rд4), таблицу 8.2 (для rд5) и таблицу 8.3 (для rд6).*

*Таблица 8.1 - Расчетные данные необходимые для пос - троения графиков зависимостей w=ƒ(t) и М=ƒ(t).*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вели -*** | ***Характеристики при введённых*** | | | | |
| ***чины*** | ***добавочных сопротивлениях*** | | | | |
|  | ***rд4*** | | | |
| ***t, сек.*** | ***0*** | ***0,07*** | ***0,14*** | ***0,217*** |
| ***w, рад/с*** | ***0*** | ***29*** | ***45*** | ***56*** |
| ***М, Нм*** | ***1385,5*** | ***1073*** | ***893*** | ***782*** |

*Таблица 8.2 - Расчетные данные необходимые для пос - троения графиков зависимостей w=ƒ(t) и М=ƒ(t).*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вели -*** | ***Характеристики при введённых*** | | | | |
| ***чины*** | ***добавочных сопротивлениях*** | | | | |
|  | ***rд5*** | | | |
| ***t, сек.*** | ***0*** | ***0,035*** | ***0,07*** | ***0,105*** |
| ***tнач, сек.*** | ***0,217*** | ***0,252*** | ***0,287*** | ***0,322*** |
| ***w, рад/с*** | ***55*** | ***69*** | ***77*** | ***82*** |
| ***М, Нм*** | ***1385,5*** | ***1065*** | ***885*** | ***782*** |

*Таблица 8.3 - Расчетные данные необходимые для пос - троения графиков зависимостей w=ƒ(t) и М=ƒ(t).*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вели -*** | ***Характеристики при введённых*** | | | | |
| ***чины*** | ***добавочных сопротивлениях*** | | | | |
|  | ***rд6*** | | | |
| ***t, сек.*** | ***0*** | ***0,016*** | ***0,032*** | ***0,048*** |
| ***tнач, сек.*** | ***0,322*** | ***0,338*** | ***0,354*** | ***0,37*** |
| ***w, рад/с*** | ***82*** | ***88*** | ***92*** | ***94*** |
| ***М, Нм*** | ***1385,5*** | ***1067*** | ***886*** | ***782*** |

*8.8 По данным таблицы 8.1 строим графики переходного процесса w=ƒ(t) и М=ƒ(t), изображенных на рисунке 8.1.*

*М,Нм ω, рад/с*

*t, сек*

*Рисунок 8.1 – График переходного процесса*

*9 Выбор аппаратуры управления и защиты электропривода механизма подъема мостового крана*

*Целью расчета является выбор магнитного контрол - лера, контакторов, магнитных пускателей, реле защиты от токов перегрузки, конечных выключателей электропривода, и защитной панели.*

*Исходными данными являются технические данные электродвигателя пункта 5, режим работы крана.*

*9.1 Выбор магнитного контроллера.*

*Магнитные контроллеры представляют собой сложные комплектные коммутационные устройства для управления крановыми электроприводами. В магнитных контроллерах коммутация главных цепей осуществляется с помощью контакторов с электромагнитным приводом.*

*Выбор магнитных контроллеров для крановых механизмов определяется режимом работы механизма и зависит от параметров износостойкости контакторов. Магнитные контроллеры должны быть рассчитаны на коммутацию наибольших допустимых значений тока включения, а номинальный ток их Iн должен быть равен или больше расчетного тока двигателя при заданных условиях эксплуатации и заданных режимах работы механизма:*

*Iн≥ Iр\*к (9.1) *

*где к = 0,8- коэффициент, учитывающий режим работы ме- ханизма.*

*Выберем магнитный контроллер серии ТСАЗ160, так как он удовлетворяет условию выбора:*

*Iн = 160 А > 68,8 А = 86  0,8 = Iр  к*

*Таблица 9.1 - Технические данные магнитного контрол - лера ТСАЗ160.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Тип контроллера* | *Режим работы механизма* | *Назначение* | *Номинальный ток, А* | *Наибольший допустимый ток включения, А* | *Количество управляемых двигателей* |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* |
| *ТСАЗ160* | *С для кранов металлурги - ческого производства* | *Механизм подъема со встроенной защитой* | *160* | *700* | *1* |

КП.1806.61.13.00.04.ПЗ

*9.2 Выбор контакторов.*

*Контакторы используются в системах управления крановыми электроприводами для осуществления коммутации тока в главных цепях при дистанционном управлении.*

*Контакторы серий КТ и КТП предназначены для ком - мутации главных цепей электроприводов переменного тока с номинальным напряжением 380 В.*

*Контакторы серии КТП выполняются с втягивающими катушками постоянного тока на номинальное напряжение: 24, 48, 110 и 220 В. Серии контакторов КТП применяемые в крановых ЭП, охватывают четыре величины на номинальные токи: 100, 160, 250 и 400 А.*

*Выбор контактора произведем по пусковому току двигателя Iп, который должен быть меньше или равен номинальному току включения выбираемого контактора Iн.в.*

*Iп ≤ Iн.в (9.2) *

*Выберем контактор серии КТП6024, так как он удовлетворяет условию выбора:*

*Iп = 86 А< 120 А = Iн.в*

*Таблица 9.2 - Технические данные контактора серии КТП6014.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Тип контактора* | *Номинальный ток, А* | *Число включений в час* | *Износостойкость, 106 циклов В-О* | | | *Число главных контактов* | *Мощность катушки, Вт* |
| *Механическая* | *Электрическая* | |
| *Для категорий ДС-3* | *Для категорий ДС-4* |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* |
| *КТП6024* | *120* | *600* | *5* | *0,5* | *0,03* | *4* | *50* |

*9.3 Выбор защитной панели.*

*Защитная панель крана является комплектным устройством, в котором расположен общий рубильник питания крана, линейный контактор для обеспечения нулевой защиты и размыкания цепи при срабатывании нулевой защиты, предохранители цепи управления, комплект максимальных реле, а также кнопка и пакетный выключатель, используемый в цепях управления.*

*Основным назначением защитной панели является обеспечение максимальной и нулевой защиты электроприводов управляемых при помощи кулачковых контроллеров или магнитных контроллеров.*

*Конструктивно защитная панель представляет собой металлический шкаф с установленными в нем на задней стенке аппаратами и существующим монтажом. В защитной панели установлены только основные и вспомогательные контакты максимальных реле с приводными скобами.*

*Укомплектуем данный кран защитной панелью типа ПЗКБ 160.*

*Таблица 9.3 - Технические данные защитной панели типа ПЗКБ 160.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип** | *Каталожный номер* | *Напряжение, В* | *Номинальный ток продолжительного режима, А* | *Суммарный номинальный ток двигателей, А* | *Число максимальных реле РЭО 401* | *Назначение* | *Максимальный коммутационный ток, А* |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* |
| ПЗКБ 160 | *3ТД.660.046.3* | *380* | *160* | *260* | *8* | *Магнитные и кулачковые контроллеры* | *1600* |

*9.4 Выбор реле защиты от перегрузок.*

*Обеспечение максимальной и нулевой защиты крановых электроприводов управляемых при помощи магнитных контроллеров возлагается на защитные панели.*

*Для защиты цепей кранового электрооборудования от перегрузок применяется электромагнитное реле мгновенного действия типа РЭО401, которые могут использоваться как в цепях переменного тока, так и постоянного тока. Эти реле входят в комплект защитных панелей. Чтобы защитить двигатель от перегрузки, достаточно иметь электромагнитное реле РЭО401 в одной фазе каждого двигателя. В остальные фазы реле ставится только для защиты проводов.*

*Реле для отдельных электродвигателей выбирается согласно их мощности и напряжению, и настраиваются на ток срабатывания, равный 2,5-кратному расчетному току номинальной нагрузки для ПВ=40%:*

*2,5\*I1 ≤ Iреле (9.4) *

*Выберем реле серии РЭО401, так как оно удовлетворяет условию выбора:*

*2,5  I1 = 2,5  99 = 247,5 А < 375 А = Iреле*

*Таблица 9.4 - Технические данные реле РЭО 401.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Каталожный номер** | | *Ток катушки, А* | | *Пределы регулирования, А* | *Выводы катушки* |
| *Реле РЭО 401* | *Электромагнит РЭО 401* | *При ПВ=40%* | *При ПВ=100%* |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* |
| *2ТД.304.096-4* | *6ТД.237.004-2* | *375* | *250* | *325-1000* | *М12* |

*9.5 Выбор конечных выключателей.*

*Защита от перехода механизмом предельных положений осуществляется конечными и путевыми выключателями. Эта защита обязательна к применению для всех механизмов крана.*

*Контакты конечных выключателей включены в цепь катушки линейного контактора защитной панели и в цепь нулевой защиты магнитных контроллеров.*

*Для механизма подъема выберем конечный выключатель типа КУ703.*

*Таблица 9.5 - Технические данные кранового конечного выключателя.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Тип* | *Назначение* | *Привод* | *Включаемый ток, А* | *Скорость передвижения механизма, м/мин* | *Число включений в час* | *Степень защиты от внешней среды* | *Отключаемый переменный ток, А до 500 В* | *Электрическая износостойкость циклов В-О* | *Механическая износостойкость, циклов В-О* | *Число цепей* |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* |
| *КУ 703* | *Механизм подъема* | *Самовозврат под действием груза* | *10* | *1-80* | *600* | *IP44* | *10* | *0,3\*106* | *1\*106* | *2* |

*10 Расчет и выбор тормозного устройства*

*Целью данного расчета является определение тормозного момента и выбор по нему типа тормоза, а также проверка по допустимой потере мощности выбранного тормоза.*

*Исходными данными являются технические данные меха -низма подъёма мостового крана п. 3 и технические данные выбранного электродвигателя п. 5.*

*В грузоподъемных машинах тормоз является важнейшим элементом, обеспечивающим безопасность эксплуатации, поэтому наиболее важные условия выбора, установки и функционирования тормозов регламентированы действующими правилами безопасной эксплуатации кранов утвержденных, Госгортехнадзором. В соответствии с этим каждый подъемный механизм грузоподъемной машины должен снабжаться нормально замкнутым тормозом, расположенным на таком участке кинематической схемы, который имеет неразъемную, под нагрузкой связь с выходным валом передаточного механизма. Подъемные механизмы, которые служат для передвижения жидкого металла, должны иметь два нормально замкнутых независимых тормоза. При этом наличие в кинематической цепи двух тормозов обязательно для двух двигательных механизмов, при аварийном механическом отключении одного из двигателей.*

*Основным параметром тормоза является гарантированно развиваемый им тормозной момент. Тормозной момент определяется усилием на измерительном рычаге, при котором начинается проскальзывание шкива или дисков тормоза. Согласно правилам Госгортехнадзора, каждый из установленных на механизме механических тормозов должен удерживать груз, составляющий 125% номинального, при его остановке только с помощью этого тормоза.*

*10.1 Определяем расчетный момент тормоза, Нм:*

*Мтр =  (10.1) *

*где Qн - номинальная грузоподъемность, т;*

*vн - номинальная скорость подъема, м/с;*

*ηнагр - КПД механизма для номинальной нагрузки;*

*nнт - номинальная частота вращения тормозного шки- ва, соответствующая скорости Vн , об/мин.*

*Мтр =  = 455,8 Нм.*

*10.2 Определяем тормозной момент с учетом режимов работы механизма подъема, Нм:*

*Мт=kзт∙Мтр  (10.1) *

*где kзт - коэффициент запаса тормоза [1] таблица 5 - 1. Для двойного тормоза и режима работы С, kзт = 1,25.*

*Мт = 1,25 ∙455,8 = 569,7 Нм.*

*10.3 Выбираю тормозной электромагнит переменного тока серии КМТ 4А имеющего следующие технические дан - ные:*

*Данные тормоза:*

*диаметр шкива, мм (м) 400 (0,4)*

*тормозной момент, Нм 1300*

*Данные электромагнита:*

*тяговое усилие, 700 Н*

*масса якоря, 24 кг*

*максимальный ход, 50 мм*

*допустимое число включений в час 300*

*время включения, сек 0,2*

*время отключения, сек 0,25*

*полная мощность, В\*А:*

*при включении 38000*

*во включенном состоянии 1900*

*потребляемая мощность, Вт 400*

*10.4 Определяем допустимую мощность потерь на трение, Вт:*

*Рдоп = 360 \* D \* (10 \* D + 1), (10.4) *

*где D - диаметр тормозного шкива, м.*

*Рдоп = 360 \* 0,4 \* (10 \* 0,4 + 1) = 720 Вт.*

*10.5 Действительная мощность потерь при торможе - нии, Вт:*

*ΔР =  (10.5) *

*где GDобщ2 - суммарный маховый момент всех элемен - тов, кг\*м2;*

*nн - номинальная частота вращения, об/мин;*

*Nт - число торможений в час;*

*D - диапазон регулирования, характеризующий с какой скорости начинается торможение;*

*Мт - номинальный момент тормоза, Нм;*

*Мс.max - наибольший момент статической нагрузки, Нм.*

*ΔР =  =186 Вт.*

*10.6 Проверяем выбранный тормоз на выполнение условия выбора по тепловому режиму:*

*ΔРдоп = 720 Вт > 186 Вт = ΔР*

*Условие выполняется, поэтому окончательно выбираем тормоз КМТ 4А.*

*11 Расчет освещения помещения*

Целью расчета является выбор количества светильни -ков, определение мощности источников света, расположение их в помещение цеха, а также расчет осветительной сети.

*Исходными данными являются: назначение цеха (литей -ный цех) и его размеры:*

*А = 62 м - длина;*

*В = 15,5 м - ширина;*

*Н = 10 м - высота.*

*hр – пол*

*11.1 В качестве источников света выбираем дуговую ртутную лампу высокого давления для общего освещения типа ДРЛ, так как 1) высота помещения превышает 6м; 2) ДРЛ удобна в эксплуатации: Рассчитаны на большие сроки службы, имеют большой световой поток, высокую световую отдачу и незначительные размеры, выпускаются на большие мощности; 3) работа ДРЛ не зависит от температуры окружающей среды.*

*11.2 Норма освещенности для данного производствен -ного помещения: Еmin=200 Лк.*

*11.3 Для производственного помещения выбираем рабочее равномерное общее освещение, а также аварийное освещение.*

*11.4 В качестве светильника выбираем светильник типа РСП 13 со степенью защиты 53 , классом светораспределения - П, КСС в нижнюю полусферу глубокий Г1 (0,8-1,2).*

*11.5 Расстояние от светильника до рабочей поверхнос –ти, м:*

*Нр = Н - (hс - hр ) (11.5) *

*где Н = 10 м- высота помещения;*

*hс = 0,7 м - высота свеса;*

*hр = 0 м - высота рабочей поверхности (пол).*

*Нр = 10 - (0,7 + 0) = 9,3 м.*

*11.6 Расстояние между светильниками для КСС Г1:*

*L = (0,8 - 1,2) ∙ Нр = 0,8 \* 9,3 = 7,44 м. (11.6) *

*11.7 Расстояние от края светильника до стен:*

*l = 0,5 ∙ L = 0,5 ∙ 7,44 = 3,72 м. (11.7) *

*11.8 Количество светильников в ряду:*

*nа = = = 8 шт. (11.8) *

*11.9 Количество рядов:*

*nв = = = 2 шт. (11.9) *

*11.10 Общее количество светильников:*

*nc = nв ∙ nа = 8  2 = 16 шт. (11.10) *

11.11 Расстояние между светильниками в одном ряду:

*LА=  =  = 7,79 м. (11.11) *

11.12 Расстояние между рядами:

*LВ= =  = 8,06 м. (11.12) *

11.13 Определяем показатель помещения согласно реко - мендации :

*i =  =  = 1,334 (11.13) *

*11.14 По справочнику  с учётом коэффициентов от - ражения и показателя помещения находим коэффициент ис - пользования светового потока при ρпот=0,5;ρст=0,3; ρп=0,1:*

*u = 73%*

*11.15 Рассчитаем световой поток одой лампы в Лм, если коэффициент минимальной освещённости z = Еср / Еmin = 1,2:*

*Фл =  (11.15) *

*где Kз = 2 - коэффициент запаса;*

*Еmin – нормированная освещённость, лк.*

*Фл.р. =  = 39493 лм.*

*11.16 По найденному значению Фл подбираем лампу, поток которой должен отличаться не более, чем на (-10 – +20)%.*

*Принимаем лампу ДРЛ 700(6) - 3 имеющую следующие технические данные:*

*номинальная мощность лампы Рн = 700 Вт;*

*световой поток Фл = 40,6 клм.*

*11.17 Общая мощность световой установки:*

*Руст = Рл  nсв = 700 ∙ 16 = 11200 Вт. (11.17) *

*11.18 Составим схему расположения светильников рабочего освещения в цехе (рисунок 11.1)*

Рисунок 11.1 - План расположения светильников в литей - ном цехе.

11.19 Проверяем точечным методом минимальную осве -щенность.

*11.20 Для проверки, определим по плану помещения координаты точки А, в которой предполагается минимальная освещенность, и по кривой силы света Г1, используя справочник [7] определим минимальные освещенности от ближайших светильников.*

*d1 =  =  = 5,6 м; (11.20.1) *

*d2 =  =  = 12,36 м; (11.20.2) *

*11.21 По пространственным изолюксам согласно  в зависимости от Нр и расстояния d находим близ лежащую кривую на которой указана освещенность е.*

*(Нр; d1) е1 = 2,5 лк;*

*(Нр; d2) е2 = 0,54 лк.*

*11.22 Определим суммарную освещённость для точки А.*

*е =4∙е1 + 2∙е2 = 4∙2,5 + 2∙0,54 = 11,08 лк. (11.21) *

*11.23 Определить фактическую освещённость в точке А при =1:*

*Е = =  = 225 лк. (11.23) *

По результатам проверки точечным методом, правиль - ности выбора источников света методом коэффициента использования можно сделать вывод, что выбор был произве - ден правильно, так как фактическая освещенность находится в пределах нормы, и поэтому для рабочего освещения прини - маем лампы типа ДРЛ 700(6) - 3.

11.24 Для аварийного освещения выбираем лампы типа ЛН (лампы накаливания).

11.25 Норма освещенности аварийного освещения сос -тавляет не менее 5% от нормы рабочего освещения, то есть:

*Е = Еmin ∙ 0,05 = 200 ∙ 0,05 = 10 лк (11.25) *

*11.26 Выбираю светильник типа НСП 20, источник света которого должен иметь мощность 500 Вт, для создания кривой силы света Д3, класс светораспределения светльника - П, степень защиты IP52.*

*11.27 По заданной мощности лампы светильника НСП 20, Рл=500Вт, выберем ЛН типа Г125-135-500 с номинальным световым потоком, Фл=9200 лм.*

*11.28 Определим количество ламп для аварийного освещения преобразовав формулу (11.15):*

*nс =  =  = 4 шт.*

*Выбираем светильники типа НСП 20 и расположим их в один ряд по центру на следующих расстояниях:*

*iв = 7,75 м - расстояние от стен до светильников по ширине;*

*iа = 8,68 м - расстояние от стен до светильников по длине;*

*Lа = 14,88 м - расстояние между светильниками.*

*Рассчитаем осветительную сеть рабочего освещения, схема которой приведена на рисунке 1.12.1, получающую питание от РУНН напряжением 380/220В трансформаторной подстанции. На рисунке групповой щиток освещения установленный в производственном помещении с пыльной средой. Линии освещения питают светильники с лампами ДРЛ, коэффициент мощности которых сosϕ=0,9.*

*Рисунок 11.2 - Схема осветительной сети рабочего осве- щения.*

11.30 Вся сеть выполнена проводом АПРТО в трубах. АПРТО - провод с алюминиевой жилой, с резиновой изоляцией, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противо -гнилостным составом.

11.31 Питающая линия 1-2 длиной 100м выполнена четырех - проводной, а распределительные линии 2-3, 2-4, двухпроводными.

*11.32 Для четырех проводной сети 380/220В коэффици -ент С1 = 46, а для двухпроводной С2=7,7.*

11.33 Для распределительных линий заменим равномерно распределенную по длине нагрузку сосредоточенной в сере -дине линии, для чего определим приведенную длину рас -пределительных линий, м:

*Iприв = l0 +  (11.33) *

*где l0 - расстояние от пункта питания до точки присое -динения первой нагрузки, м;*

*l - длина участка сети с равномерно распределенной нагрузкой, м.*

  *= 8 +  = 35,28 м;*

  *= 8 +  = 35,28 м.*

11.34 Определим моменты всех участков, кВт м:

*М = Р \* lприв. (11.34) *

*где, Р - нагрузка распределенная на данном участке, кВт.*

*М2-3 = 5,6 \* 35,28 = 197,568 кВт м;*

*М2-4 = 5,6 \* 35,28 = 197,568 кВт м.*

*11.35 Определим момент нагрузки питающей линии 1-2.*

*М1-2 = (Р2-3 + Р2-4) \* l1-2 = (5,6 + 5,6) \* 100 = 1120 кВт м. (11.35) *

*11.36 Определим сечение линии 1-2, мм2:*

*s1-2 =  (11.36) *

*где М1-2 - сумма моментов нагрузки данного и всех после -дующих по направлению потока энергии участков осветительной сети, кВт м;*

*Σm - сумма моментов нагрузки всех ответвлений, питаемых через данный участок с другим числом проводов, отличным от числа проводов данного участка, кВт м;*

*αпр - коэффициент приведения моментов, зависящий от числа проводов на участке линий и в ответвлении (для трехфазного участка линии с нулевым проводом и однофазным ответвлением αпр=1,85);*

*ΔUд%- допустимая потеря напряжения, ΔUд%=5,5%;*

*С1- коэффициент определенный в п. 11.32.*

*S1-2 =  = 7,3 мм2.*

# Принимаем стандартное сечение провода АПРТО Sст.1-2 = = 10мм2.

*11.37 Находим действительную потерю напряжения в ли- нии 1-2.*

*ΔU1-2 =  =  = 2,43 % (11.37) *

*11.38 Для участков линий 2-3, 2-4 располагаемая потеря напряжения:*

*ΔU2-3 = ΔU2-4 = ΔUд% - ΔU1-2 = 5,5 – 2,43 = 3,07 % (11.38) *

*11.39 Сечения проводов распределительных участков по формуле 11.36:*

*s2-3=  = 8,36 мм2;*

*s2-4 =  = 8,36 мм2.*

*Принимаем стандартное сечение провода АПРТО для распределительных участков Sст=10 мм2.*

*11.40 Проверим выбранные сечения по длительно допустимому току нагрузки, они должны удовлетворять следующему условию:*

*Iдоп ≥  (11.40) *

*где Iдоп - длительно допустимый ток провода АПРТО при заданном сечении, А;*

*Iр - расчетный ток линии, А.*

*К = 0,95 - поправочный коэффициент на условие про -кладки провода при температуре окружающей среды +30о С.*

*11.41 Для двухпроводных распределительных линий токи определяются:*

*I2-3 = I2-4 = =  = 28,3 А (11.41) *

## Тогда = = 29,8 А.

*Так как сечение провода АПРТО на распределительных участках, Sст = 10 мм2, то его длительно допустимый ток Iдоп= = 50 А, и условие (11.40) выполняется: Iдоп = 50 А ≥ 29,8 А = .*

*ледовательно, сечения проводов на распределительных участках были выбраны верно.*

*11.42 Для четырехпроводной питающей линии, расчет -ный ток равен:*

*I1-2 =  =  = 18,9 А (11.42) *

*Тогда  =  = 19,9 А.*

*Так как сечение провода АПРТО на питающей линии, Sст = = 10 мм2, то его длительно допустимый ток Iдоп = 50А, и усло -вие (11.40) выполняется: Iдоп = 50 А ≥ 19,9 А = . Следова - тельно, сечения проводов для питающей линии были выбраны верно.*

*11.43 В результате расчета осветительной сети рабо -чего освещения были выбраны:*

* *вводной провод АПРТО 10;*
* *распределительный провод АПРТО 10.*

*11.44 Рассчитаем осветительную сеть рабочего осве -щения, схема которой приведена на рисунке 11.3 Линии осве -щения питают светильники с лампами накаливания, коэффи -циент мощности которых cosϕ =1:*

*Рисунок 11.3 - Схема осветительной сети аварийного освещения.*

*11.45 Вся сеть выполнена проводом АПРТО в трубах.*

*11.46 Питающая линия 1 - 2 длиной 100м и распредели -тельная линия 2-3, выполнены двухпроводными. Следователь -но коэффициент для двухпроводной линии С2=7,7.*

Для распределительной линии заменим равномерно распределенную по длине нагрузку сосредоточенной в середине линии, для чего определим приведенную длину распределительной линии по формуле 11.33:

  *= 15 +  = 37,32 м.*

*11.48 Определим момент распределительного участка по формуле 11.34:*

*М2-3 = 2 \* 37,32 = 74,64 кВт м.*

*11.49 Определим момент нагрузки питающей линии 1-2 по формуле 11.35:*

*М1-2 = 2 \* 100 = 200 кВт м.*

* 1. *Определим сечение линии 1-2 по формуле 11.36:*

*S1-2 =  = 6,5 мм2.*

*Принимаем стандартное сечение провода АПРТО, Sст.1-2= = 10 мм2 .*

*11.51 Находим действительную потерю напряжения в линии 1-2 по формуле 11.37:*

*ΔU1-2 =  =  = 2,6 %.*

*11.52 Для участка линии 2-3 располагаемая потеря напряжения по формуле 11.38:*

*ΔU2-3 = ΔUд% - ΔU1-2 = 5,5 - 2,6 = 2,9 %.*

*11.53 Сечения провода распределительного участка по формуле 11.36:*

*S1-2 =  = 3,3 мм2.*

*Принимаем стандартное сечение провода АПРТО для распределительного участка Sст = 4 мм2.*

*11.54 Проверим выбранные сечения по длительно допусти -мому току нагрузки, они должны удовлетворять условию 11.40.*

*Iдоп ≥ *

*где к = 0,95 - поправочный коэффициент на условие про -кладки провода при температуре окружающей среды +30о С.*

*11.55 Для двухпроводной распределительной линии ток определяется по формуле 11.41:*

*I2-3 = =  = 9 А.*

*Тогда  =  = 9,57 А.*

*Так как сечение провода АПРТО на распределительном участке 2-3, Sст = 4 мм2, то его длительно допустимый ток Iдоп= 28 А, и условие 11.40 выполняется: Iдоп = 28 А ≥ 9,57 А =  Следовательно, сечения проводов на распределительном участке были выбраны верно.*

*11.56 Для двухпроводной питающей линии, расчетный ток, определяется по формуле 11.41:*

*I1-2 = =  = 9 А*

*Тогда  =  = 9,57 А.*

*Так как сечение провода АПРТО на питающей линии, Sст = =10 мм2, то его длительно допустимый ток Iдоп = 50 А, и усло -вие 11.40 выполняется: Iдоп = 50 А ≥ 9,57 А = . Следователь -но, сечения проводов для питающей линии были выбраны вер -но.*

*11.57 В результате расчета осветительной сети рабо -чего освещения были выбраны:*

* *вводной провод АПРТО 10;*
* *распределительный провод АПРТО 4.*

*11.58 Выберем осветительные щиты. При выборе осве -тительного щитка необходимо чтобы выполнялось условие:*

*Iном.щ ≥ I (11.58) *

*где Iном.щ- номинальный ток осветительного щитка, А;*

*I-расчетный ток питающей линии, А.*

*11.59 Для рабочего освещения выберем щит серии ЯОУ -8503, так как выполняется условие 11.58:*

*Iном.щ = 63 А ≥ 50 А = I1-2*

*11.60 Для аварийного освещения выберем осветительный щиток серии ЯОУ - 8504, так как выполняется условие 11.58:*

*Iном.щ = 63 А ≥ 28 А = I1-2*

Таблица 11.1 - Технические данные осветительных щитков серий ЯОУ - 8503 и ЯОУ - 8504 на напряжение 380/220В.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Тип* | *Автоматический выключатель* | | |
| *Тип* | *Номинальный ток, А* | *Количество* |
| *1* | *2* | *3* | *4* |
| *ЯОУ - 8503* | *АЕ - 2044 - 10* | *63* | *6* |
| *ЯОУ - 8504* | *АЕ - 2046 - 10* | *63* | *2* |

*12 Монтаж троллеев и ТБ при ремонте электрооборудования механизма подъема мостового крана.*

*Троллейные проводники выполняют из гибких голых проводиков круглого или профильного сечения, из сталей жестких профилей или в виде закрытых троллейных шинопроводов. Троллейные провода закрепляют на опорных конструкциях жестко. В качестве опорных конструкций применяют кронштейны различных типов и троллее держатели.*

*Работы по монтажу как главных, так и вспомогательных троллейных проводов состоят из монтажных работ, выпол - няемых на строительной площадке, и подготовительных ра -бот, комплектации в мастерских.*

*В мастерских производят сборку блоков троллеев. Размер блоков определяется возможностью их перевозки на монтаж. Обычно блоки делаются длиной 6м. При сборке на опорные конструкции устанавливают троллеедержатели и на них монтируют троллеи.*

*Работы по монтажу главных троллеев начинают с разметки горизонтальной линии трассы, которая отбивается по отметкам подкранового рельса. Затем размечают места установки опорных конструкций. Максимальное расстояние между опорными конструкциями для жестких троллейных проводников применяют 2-3 метра. Опорные конструкции крепят к металлическим конструкциям (балкам) приваркой или при помощи заделанных в балке крепежных деталей. Натяжные устройства к стенам крепят сквозными болтами.*

*Особенности монтажа электрооборудования кранов требуют соблюдения соответствующих мер безопасности. Все места, откуда возможно падение людей, должны быть ограждены. Вход на кран допускается только по специально для этого устроенной лестницей с перилами. Инструменты, материалы и оборудование поднимать на кран следует только при помощи пеньковой веревки.*

*Зону под монтируемым краном ограждают и вывешивают плакат: «Проход запрещен! Вверху работают». Работа с элек -троинструментом допускается лишь в резиновых перчатках и галошах; при этом инструмент должен быть заземлён. Элетроэнергию к электроинструменту подводят по шланговому проводу с исправной изоляцией. В местах, где можно упасть, работают в предохранительном поясе. Электросварочные провода должны иметь надёжную изоляцию, а сварщик работать в резиновых галошах или сапогах. Запрещается использование смонтированных троллеев в качестве подводки электроэнергии при производстве работ. Категорически запрещается передвигаться по подкрановым путям.*

*13 Мероприятия по охране окружающей среды*

*На промышленных предприятиях для работающего персонала окружающей средой является воздух рабочих зон (помещений) и прилегающих к ним территорий.*

*Основным негативным фактором в литейном цехе влияющим на организм человека является шум, вибрация.*

*При работе на кране применяются нефтепродукты, которые при определенных условиях могут загореться (машинное масло для смазки, керосин для промывки подшипников и очистки механизмов от старой смазки и т. д.), а также возможно самовоспламенение при хранении более 8 часов (обтирочные концы, ветошь пропитанная маслом). Вследствие этого в воздухе появляются вредные вещества, поэтому по очистке воздуха применяют следующие мероприятия:*

*1 - запрет по хранению на кране запасов смазочного масла, керосина и обтирочных концов, которые необходимо немедленно удалять;*

*2 - запрет на применение для очистки механизмов бензина, ацетона и других, легко воспламеняющихся жидкостей, а следует их заменять керосином;*

*3 - применение естественной, приточной, вытяжной, приточно - вытяжной вентиляции, а также пылеотделителей.*

Шум и вибрация оказывают вредное влияние на организм человека. При длительном воздействии шума у человека снижается острота слуха и зрения, повышается кровяное давление, ухудшается деятельность органов дыхания, происходит ослабление внимания, памяти.

*Мероприятия по снижению шума:*

*1 - применение, по возможности, малошумного производ- ственного оборудования;*

*2 - выполнение своевременного и качественного ремонта машинного оборудования, так как причиной*

*недопустимого шума является износ трущихся деталей, подшипников, неточная сборка машин при ремонтах;*

*3 - применение индивидуальных средств защиты от шума, а также уплотнений конструкций, кожухов для источников шу ма и т. д.*

*Мероприятия по снижению вибрации:*

*1 - установка упругих элементов между вибрирующей машиной (механизмом) и основанием;*

*2 - применение вибропоглощений путем нанесения на вибрирующую поверхность слоя резины, мастик или пластмасс;*

*3 - применение индивидуальных средств защиты от вибраций: обувь на виброгасящей подошве, виброгасяшие рукавицы (перчатки).*

Литература

*1. Крановое электрооборудование: Справочник / Ю.В. Алексеев, А.П. Богословский. - М.: Энергия, 1979г.*

*2. Крановый электропривод: Справочник / А.Г. Яуре, Е.М. Певзнер. - М.: Энергоатомиздат, 1988г.*

*3. Методическое пособие по практической работе по электрооборудованию по теме: Расчет мощности и выбор кранового электродвигателя. Выбор аппаратуры управления и защиты.*

4. Б.Ю. Липкин: Электроснабжение промышленных пред- приятий и установок. - М.: Высшая школа, 1981г.

5. В.М. Васин: Электрический привод: Учеб. Пособие для техникумов. - М.: Высшая школа, 1984г.

6. Методическое пособие по практической работе по электрооборудованию по теме: Расчет освещения произ -водственного цеха по заданным условиям. Составление схемы питания осветительной установки. Выбор аппаратов управле- ния освещением.

*7. Справочная книга по светотехнике / Ю.Б. Айзенберг. – 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат,1995г.*

*8. Л.Л. Коновалова, Л.Д. Рожкова Электроснабжение промышленных предприятий и установок. - М.: Высшая школа, 1980г.*

*9. А.Ф. Зюзин, Н.З. Поконов, А.М. Вишток: Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Высшая школа, 1980г.*